

超音波化学反応装置の試作と応用

著者	安藤 喬志, 藤田 光恵, 木村 隆英
発行年	1991-03
その他の言語のタイトル	Developments and Applications of Systems for Sonochemical Reactions
URL	http://hdl.handle.net/10422/6645

超音波化学反応装置の試作と応用

(課題番号 01840021)

平成2年度科学研究費補助金〔試験研究(B)(1)〕

研 究 成 果 報 告 書

平成3年3月

研究代表者 安 藤 喬 志

(滋賀医科大学医学部教授)

超音波化学反応装置の試作と応用

(課題番号 01840021)

平成2年度科学研究費補助金(試験研究(B)(1))

研究成果報告書

滋賀医科大学附属図書館



1990025205

平成3年3月

研究代表者 安藤喬志

(滋賀医科大学医学部教授)

平成2年度科学研究費補助金（試験研究(B)(1)）

研究成果報告書

研究課題： 超音波化学反応装置の試作と応用

課題番号

01840021

はしがき

超音波照射下の化学反応は、数年来爆発的に発展し、広く注目を集めている。化学反応に対する超音波照射は、現在超音波洗浄槽を用いて行なわれるのがもっとも一般的であるが、そのエネルギー効率は低い。細胞破碎装置（超音波ホモジナイザー）を用いて反応容器内で超音波照射を行なえば、効率は高まり、対象となる反応の種類もずっと広がるはずであるが、密閉性や温度制御、反応試薬の添加など、多種類の反応に使用できるような汎用性ある装置は市販されていない。また反応のスケールアップを意図した場合、大容量の超音波反応装置は全く得られない。超音波化学、ソノケミストリーが熱反応や光反応とは異なる特異的な反応として、広く化学者の間に認知されるかどうかは、一つには反応装置が容易に得られ、誰もが手軽に試みることができるかどうかの問題であり、さらには、工業的にまで使えるようなスケールアップが可能かどうかの見通しにかかっている。

本研究は、効率よくかつ手軽に超音波化学反応を実施するための反応装置を試作するとともに、これを用いて特異的化学反应を開拓することが、目的であった。本研究においては、市販の細胞破碎装置を利用して、まず少量用多目的超音波反応装置を開発し、これらの反応装置を用いて、熱反応や光反応とは異なる特異的な選択性をもつ有機合成反応および高分子反応の可能性を示すことができたと考えている。続いて反応液リザーバーとの循環用アタッチメントを付属させることにより、大容量超音波反応装置の開発を試みた。

滋賀医大および超音波工業のグループが反応装置の試作にあたり、また滋賀医大および阪大産研の両グループは均一、不均一相における特異的超音波反応の開発、さらに大阪工大のグループが高分子のメカノケミカルな反応の研究にあたった。これらの結果について報告する。

研究組織

研究代表者： 安藤 喬 志

(滋賀医科大学医学部教授)

研究分担者： 木村 隆 英

(滋賀医科大学医学部助教授)

藤田 光 恵

(滋賀医科大学医学部教務職員)

藤原 秀 樹

(大阪工業大学工学部教授)

花房 昭 静

(大阪大学産業科学研究所教授)

市原 潤 子

(大阪大学産業科学研究所教務職員)

白井 健 至

(超音波工業株式会社精機技術部課長)

研究経費

平成元年度	2,200 千円
平成 2 年度	1,200 千円
計	3,400 千円

研究発表

(1) 学会誌等

1. T. Ando and T. Kimura
Reactivity and selectivity in organic sonochemical reactions involving inorganic solids:
Ultrasonics, 28, 326-332 (1990).
2. Junko Ichihara and Terukiyo Hanafusa
The Combination of Hydrogen Fluoride Salt and Aluminium Fluoride: An Efficient Solid Reagent for Epoxide Opening to Give Fluorohydrines:
J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1989, 1848-1850.
3. Junko Ichihara, Kotaro Funabiki, and Terukiyo Hanafusa
The Combination of Hydrogen Fluoride Salt and Aluminium Fluoride. An Efficient Solid Fluoride Source for Halofluorination of Alkenes.
Tetrahedron Lett., 31, 3167-3170 (1990).
4. Hideki Fujiwara and Kunio Goto
Mechanochemical block copolymerization of poly(vinyl chloride) with methyl methacrylate by ultrasonic irradiation.
Polymer Bulletin, 23, 27-33 (1990).
5. 安藤 喬志、木村 隆英
有機合成に使える超音波装置：
ファルマシア、27、32-34 (1991)。
6. 市原 潤子、花房 昭静
有機反応への超音波利用：
ベトロテック、12、126-133 (1989)。
7. 白井 健至
超精密金属部品用超音波自動洗浄装置
超音波TECHNO、2、57-61 (1990)。

(2) 口頭発表

1. 木村隆英、藤田光恵、安藤喬志
水素化リチウムアルミニウムのソノケミストリー
日本化学会第59春季年会、2E444、1990年4月2日
2. 木村隆英、P. Bauchat、宗宮 創、藤田光恵、安藤喬志
均一および不均一相反応における超音波効果と定常波の関係
日本化学会第61春季年会、2A713、1991年3月30日
3. 船引耕太郎、市原潤子、花房昭静
固-液二相系における二フッ化水素塩を利用したアルケンのハロフル
オロ化反応
日本化学会第58春季年会、4Ⅲ105、1989年4月4日
4. 市原潤子、花房昭静
新しい固体複合フッ素化試剤を用いたアルケンのハロフルオロ化反応
日本化学会第59春季年会、4D110、1990年4月4日
5. 市原潤子、船引耕太郎、花房昭静
新しい固体複合フッ素化試剤を用いた有機フッ素化合物の合成
日本化学会第60秋季年会、4B104、1990年10月5日
6. H. Fujiwara and K. Goto
Mechanochemical Polymerization in Mixtures of Diallyl
Terephthalate and Distilled Water by Ultrasonic
Irradiation.
China-Japan Bilateral Symposium on Polymer Science
and Materials, Sept. 21, 1990, China.

(3) 出版物

1. Takashi Ando and Takahide Kimura
Ultrasonic Organic Synthesis Involving Non-metal
Solids
Advances in Ultrasonics, Vol.2, JAI Press, London,
in press.

滋賀医科大学医学部 安藤喬志・木村隆英

超音波照射下の化学反応は、数年来爆発的に発展し、広く注目を集めている¹。化学反応に対する超音波照射は、超音波洗浄器を用いて行なわれるのがもっとも一般的であるが、そのエネルギー効率は低い。細胞破碎装置（超音波ホモジナイザー）を用いて反応液に直接超音波照射を行なえば、効率は高まり、対象となる反応の種類もずっと広がるはずであるが、密閉性や温度制御、反応試薬の添加など、多種類の反応に使用できるような汎用性ある装置は市販されていない。すくなくとも温度制御が厳密にできないと、熱反応との比較があいまいになり、超音波反応を明確に特定できない。それが超音波化学確立の難しさの原因ともなっている。また反応のスケールアップを意図した場合、大容量の超音波反応装置は全く得られない。

本研究は、効率よくかつ手軽に超音波化学反応を実施するための反応装置を試作するとともに、これを用いて特異的超音波化学反応を開拓することを目的とした。本研究においては、市販の細胞破碎装置を利用して、(1)超音波特性と反応容器に関係する研究、(2)少量用多目的超音波反応装置の試作、続いて反応液リザーバーとの循環用アタッチメントを付属させることにより、大容量超音波反応装置の開発を試みた。さらに、(3)これらの反応装置を用いた、熱反応や光反応とは異なる特異的な選択性をもつ有機合成反応および高分子反応の開発に関する研究を行なった。

(1)超音波特性と反応容器に関係する研究²

超音波洗浄器を用いる場合、超音波強度のみならず、その液量あるいは液の高さが反応効率に影響するということは古くから知られている³。これは超音波による定常波の有無が関係しているためであると理解されている。細胞破碎装置を用いる場合にも同様のことが起こりうるはずであり、反応容器を設計する場合、照射する超音波の波長を考慮した設計が重要となることは予想できる。そこでまず、簡便な容器を用いて均一相および不均一相反応における液高の影響を検討した。

i) 均一系の標準反応として、下式に示すような四塩化炭素存在下におけるヨウ化カリウムの酸化反応を検討した。この反応は超音波を照射しない攪拌